

Docket No. 0213-1430-2

#3  
7/14/00  
CW  
JES71 U.S. PTO  
09/596067  
06/16/00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: TOSHINARI SUZUKI ET AL

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLN

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: WEIGHT IDENTIFICATION METHOD AND FEEDBACK CONTROL METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	HEI 11-175032	JUNE/22/1999

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Norman F. Oblon  
Registration No. 24,618

Robert T. Pous  
Registration No. 29,099



22850

PATENT TRADEMARK OFFICE

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 11/98)

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

jc571 U.S. PTO  
09/596067  
06/16/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 6月22日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第175032号

出 願 人

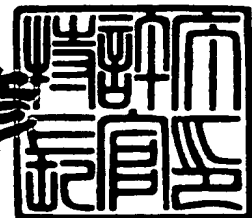
Applicant(s):

株式会社豊田中央研究所  
トヨタ自動車株式会社

1999年11月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3082023

【書類名】 特許願

【整理番号】 TCP-99005

【提出日】 平成11年 6月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16H 9/00  
F16H 61/10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 日比野 良一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 大澤 正敬

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 小野 英一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株  
式会社豊田中央研究所内

【氏名】 浅海 周

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 鈴木 俊成

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1 番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 河野 克己

【特許出願人】

【識別番号】 000003609

【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079049

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 淳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100084995

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 和詳

【電話番号】 03-3357-5171

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102478

【包括委任状番号】 9709128

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 重み同定方法及びフィードバック制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御系を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みを同定する重み同定方法において、

前記複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みにより、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが特定される、ことを特徴とする重み同定方法。

【請求項 2】 前記複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みを大きくすると、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが小さくなることを特徴とする請求項 1 記載の重み同定方法。

【請求項 3】 制御系を制御するための目標値及び目標値に基づいて制御される制御系の制御量と、該制御系を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みと、から、制御量が目標値となるための制御系への指令値をフィードバック制御するフィードバック制御方法において、

前記複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みにより、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが特定される、ことを特徴とするフィードバック制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、重み同定方法及びフィードバック制御方法に係り、より詳しくは、制御系を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みを同定する重み同定方法、及び、制御系を制御するための目標値及び目標値に基づいて制御される制御系の応答値と、該制御系を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みと、から、応答値が目標値となるための制御系への指令値をフィードバック制御

するフィードバック制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、車両用無段階変速機（CVT）では、変速油圧制御器と入力側プーリ、金属ベルト、出力側プーリ等とを含むCVTユニットと、変速油圧制御器を制御する制御器と、を備えている。即ち、制御器は変速油圧制御器を制御して、変速制御を行っている。かかるCVTは特性を個々に調整する必要がある。このため、制御器のパラメータを、CVTユニットの特性に合わせて設定する必要がある。即ち、CVTユニットに目標回転数をステップ的に与え、その応答回転数を計測し、制御器のパラメータを算出し、パラメータを実現するように、制御器とCVTユニットとのマッチングを行っている。

【0003】

この場合、CVTユニットの伝達係数が不明な場合には、ステップ応答回転数をさまざまな条件下で多数計測して、制御器のパラメータを決定する必要がある。しかし、プーリの押しつけ力や平衡点の違いによる特性変化のため、最適なパラメータの設定が難しく時間がかかるにも関わらず全運転領域で満足な性能を得るのが難しい。

【0004】

そこで、従来では、CVTユニットと制御器とからなる制御系を、

【数1】

$$G_r(s) = \frac{K_r \omega_n^2}{s^2 + s \zeta \omega_n + \omega_n^2}$$

ここで、 $K_r$ ：定数

$\omega_n$ ：固有角周波数

$\zeta$ ：減衰係数

で近似し、スロットル開度及び出力側プーリの実際の回転数から求めた目標回転数と実測した回転数とから、定数 $K_r$ 、固有角周波数 $\omega_n$ 及び減衰係数 $\zeta$ を直接推定し、これらの値が、目標回転数及び実測した回転数から定まる望ましい値と

なるように、定数  $K_r$ 、個有角周波数  $\omega_n$ 、減衰係数  $\zeta$  により表すことの可能な制御器のパラメータを調整することが提案されている（特開平 7-35210 号公報）。

【0005】

ところで、一般に制御対象には非線形特性が存在する。例えば、スリップ制御系では、エンジン速度、車速、エンジン負荷、油温、経時的な変化により制御系の特性は変化する。コントローラ設計では、これら特性変化の補償ために、コントローラの応答性を高めることは難しく、また設計のために多くの時間を必要とする。

【0006】

そこで従来技術を適用すると、モデルの特性に合わせて制御パラメータを同定し自動調整するので、制御性の向上と、設計の短期化が図れる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来技術では制御対象の定数  $K_r$ 、個有角周波数  $\omega_n$  及び減衰係数  $\zeta$  を直接同定しているため、制御対象や近似する範囲によりラプラス演算子  $S$  の次数が上がるほど、多くのパラメータ推定が必要となってしまう、演算量、プログラムサイズ、メモリの増加により実装上問題が生ずる。またパラメータ推定の過程において、推定値が発散する恐れがある。

【0008】

本発明は、上記事実に鑑み成されたもので、制御モデルを構成するパラメータを直接推定することなく、それらを包含するパラメータ群を含むモデルの重みを推定することによって演算量を減少することの可能な重み同定方法及びフィードバック制御方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的達成のため請求項 1 記載の発明は、制御系を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みを同定する重み同定法において、前記複数のモデルの 1 つのモデルに掛ける重みにより、前記

複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが特定されることを特徴とする。

【0010】

即ち、本発明は、複数のモデル各々に掛ける重みを同定するものである。この複数のモデルは、制御系を表す制御モデルを構成するためのものであり、各々パラメータ群を含むものである。

【0011】

そして、本発明は、複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みにより、複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが特定されるようにしている。即ち、例えば、請求項2のように、複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みを大きくすると、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが小さくなるようにする。モデルが2つある場合の各々のモデルの重みを、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ とすると、 $\theta_1 = 1 - \theta_2$ である。また、モデルが3つある場合の各々のモデルの重みを、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ とすると、 $\theta_3 = 1 - \theta_1 - \theta_2$ である。なお、モデル数は、2個、3個に限定されない。このように、各モデルに対する重みを、ゼロ以上1以下の値とすると、推定値が発散することを防止することができる。

【0012】

このように、複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みにより、複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが特定されるので、各モデルの重みを同定する必要がなく、演算量を減少することができる。

【0013】

ところで、本発明にかかる重み同定方法は、フィードバック制御方法に適用することができる。

【0014】

即ち、請求項3のように、制御系を制御するための目標値及び目標値に基づいて制御される制御系の制御量と、該制御系を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みと、から、制御量が目標値となるための制御系への指令値をフィードバック制御するフィードバック制御



方法において、前記複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みにより、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが特定されることを特徴とする。この場合、前記複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みを大きくすると、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが小さくなるようにする。

【0015】

そして、請求項3において、前記複数のモデルの1つのモデルに掛ける重みを大きくすると、前記複数のモデルの該1つのモデル以外の他の少なくとも1つのモデルに掛ける重みが小さくなるようにすることもできる。また、請求項3において、重みを、前記目標値及び前記制御量の差と、前記指令値の平衡値からの差と、に基づいて推定するようにしてもよい。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施の形態は、重み同定方法及びフィードバック制御方法をクラッチのスリップ制御装置に適用している。なお、本発明は、クラッチのスリップ制御装置にのみ適用されるものではなく、CVTなどにも適用可能である。

【0017】

本実施の形態にかかるクラッチのスリップ制御装置は、クラッチの制御系（油圧のバルブ制御機構等）のスリップ制御系103、スリップ制御系103からの応答であるスリップ回転速度 $N_{slip}$ と目標回転速度との差 $e$ を演算する演算器104、スリップ回転速度 $N_{slip}$ と目標回転速度との差 $e$ 及び後述する重み $\theta$ に基づいて、スリップ回転速度 $N_{slip}$ が目標回転速度となるためのスリップ制御系103を制御するための指令値である $Duty$ をフィードバック制御するコントローラ102を備えている。

【0018】

また、クラッチのスリップ制御装置103は、スリップ回転速度 $N_{slip}$ と目標回転速度との差 $e$ 及び指令値 $Duty$ が入力され、スリップ回転速度 $N_{slip}$ と目標回転速度との差 $e$ と、指令値 $Duty$ の平衡値からの差と、に基づい

て重み  $\theta$  を推定する適応機構 105、適用機構 105 から重み  $\theta$  が入力され、スリップ制御系 103 の制御状態及び状態量  $\theta$  が安定している場合に、スリップ制御系 103 の運転状態  $N_t$  から、パラメータマップ 101 により求められた  $\theta$  を、入力された重み  $\theta$  により更新し、前記  $\theta$  をコントローラ 102 に出力し、スリップ制御系 103 の制御状態が否安定の場合には、スリップ制御系 103 の運転状態  $N_t$  から  $\theta$  をマップから求めて、コントローラ 102 に出力するパラメータマップ 101 と、を備えている。

【0019】

次に、重みを説明する。重みは、スリップ制御系 103 を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛けるためのものである。即ち、スリップ制御系 103 を表す制御モデルは、(1) 式のように、位相遅れモデル (A1~D1) と位相進みモデル (A2~D2) の合成 (LPV: Linear Parameter Varying モデル化) することにより表現できる。

【0020】

【数 2】

$$P(\theta): \begin{cases} x[k+1] = A \cdot x[k] + B \cdot \text{Duty}[k] \\ N_{\text{slip}}[k] = C \cdot x[k] + D \cdot \text{Duty}[k] \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 $\theta \in \mathbb{R}^{1 \times 1}$ 、 $0 \leq \theta \leq 1$

$$\begin{aligned} A &= \theta \cdot A1 + (1 - \theta) \cdot A2 \\ B &= \theta \cdot B1 + (1 - \theta) \cdot B2 \\ C &= \theta \cdot C1 + (1 - \theta) \cdot C2 \\ D &= \theta \cdot D1 + (1 - \theta) \cdot D2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A1 &= \begin{bmatrix} a11 & 1 & 0 \\ a12 & 0 & 1 \\ a13 & 0 & 0 \end{bmatrix} & B1 &= \begin{bmatrix} b11 \\ b12 \\ b13 \end{bmatrix} & A2 &= \begin{bmatrix} a21 & 1 & 0 \\ a22 & 0 & 1 \\ a23 & 0 & 0 \end{bmatrix} & B2 &= \begin{bmatrix} b21 \\ b22 \\ b23 \end{bmatrix} \\ C1 &= [1 \quad 0 \quad 0] & D1 &= [0] & C2 &= [1 \quad 0 \quad 0] & D2 &= [0] \end{aligned}$$

【0021】

ここで、各制御モデルのパラメータは、表 1 のように、既知である。

【0022】

【表 1】

	位相遅れモデル(A1,B1)		位相進みモデル(A2, B2)
a11	2.4898	a21	2.4142
a12	-2.1529	a22	-2.0860
a13	0.6552	a23	0.6411
b11	-0.0024	b21	-0.0092
b12	-0.0038	b22	-0.0145
b13	0.0316	b23	0.1217

## 【0 0 2 3】

次に、本実施の形態の作用を説明する。コントローラ 1 0 2 は、スリップ回転速度  $N_{slip}$  が目標回転速度となるためのスリップ制御系 1 0 3 を制御するための指令値  $Duty$  を求めて、スリップ制御系 1 0 3 に出力して、制御する。このように制御されたスリップ制御系 1 0 3 からは、応答としてのスリップ回転速度  $N_{slip}$  を出力する。演算器 1 0 4 は、スリップ制御系 1 0 3 からのスリップ回転速度  $N_{slip}$  と目標回転速度との差  $e$  を演算する。

そして、コントローラ 1 0 2 は、スリップ回転速度  $N_{slip}$  と目標回転速度との差  $e$  及びパラメータマップ 1 0 1 からの重み  $\theta$  に基づいて、スリップ回転速度  $N_{slip}$  が目標回転速度となるためのスリップ制御系 1 0 3 を制御するための指令値  $Duty$  によりフィードバック制御する。

## 【0 0 2 4】

適応機構 1 0 5 は、スリップ回転速度  $N_{slip}$  と目標回転速度との差  $e$  と、指令値  $Duty$  の平衡値からの差と、に基づいて重み  $\theta$  を推定（同定）する。パラメータマップ 1 0 1 は、適応機構 1 0 5 から重み  $\theta$  が入力され、スリップ制御系 1 0 3 の制御状態及び状態量  $\theta$  が安定している場合に、スリップ制御系 1 0 3 の運転状態  $N_t$  から、パラメータマップ 1 0 1 により求められた  $\theta$  を、入力された重みにより更新し、前記  $\theta$  をコントローラ 1 0 2 に出力し、スリップ制御系 1 0 3 の制御状態が否安定の場合に、スリップ制御系 1 0 3 の運転状態  $N_t$  から  $\theta$  をマップから求めて、コントローラ 1 0 2 に出力する。

## 【0 0 2 5】

次に、適用機構 1 0 5 による重み  $\theta$  の同定方法を説明する。適応機構 1 0 5 には、スリップ回転速度  $N_{slip}$  と目標回転速度との差  $e[k]$  と指令値  $Duty$  とが入力される。適応機構 1 0 5 は、指令値  $Duty$  と図示しないローパスフィルタにより指令値  $Duty$  の変動分が除去されて求められた平衡値との偏差  $u[k]$  を求める。そして、適応機構 1 0 5 は、スリップ回転速度  $N_{slip}$  と目標回転速度との差  $e[k]$  と、指令値  $Duty$  と指令値  $Duty$  の平衡値からの偏差  $u[k]$  と、から、以下の式を用いた逐次型の最小自乗法により重み  $\theta$  を同定する。

【 0 0 2 6 】

【数 3】

$$y[k] = -e[k] + a_{21} \cdot e[k-1] + a_{22} \cdot e[k-2] + a_{23} \cdot e[k-3] \\ + b_{21} \cdot u[k-1] + b_{22} \cdot u[k-2] + b_{23} \cdot u[k-3]$$

$$\phi[k] = -(a_{11}-a_{21}) \cdot e[k-1] - (a_{12}-a_{22}) \cdot e[k-2] - (a_{13}-a_{23}) \cdot e[k-3] \\ - (b_{11}-b_{21}) \cdot u[k-1] - (b_{12}-b_{22}) \cdot u[k-2] - (b_{13}-b_{23}) \cdot u[k-3]$$

$$L[k] = \frac{P[k] \cdot \phi[k]}{\lambda + \phi[k] \cdot P[k] \cdot \phi[k]}$$

$$\theta[k+1] = \theta[k] + L[k] \cdot (y[k] - \phi[k] \cdot \theta[k])$$

$$P[k+1] = \frac{P[k] - P[k] \cdot \phi[k] \cdot L[k]}{\lambda}$$

【 0 0 2 7 】

なお、変数の初期値、サンプリング時間は、表 2 に示す通りである。

【 0 0 2 8 】

【表 2】

名前	値(物理値)
$L(0)$	0
$\theta(0)$	0
サンプリング時間	32msec

## 【0029】

このように、位相遅れモデルと位相進みモデルとを合成して求められるスリップ制御系の各モデルの重みを同定しているので、モデルのパラメータを直接同定する必要がなく、演算量を減少することができる。

## 【0030】

また、重みをゼロ以上1以下の値とするので、推定値が発散することを防止することができる。

## 【0031】

ここで、前述した(1)式の指令値Dutyからスリップ回転速度Nslipまでの伝達特性を周波数領域で表すと、図2(A)、図2(B)に示すようになる。即ち、 $\theta = 0$ の場合には、スリップ制御系103の制御モデルは、位相遅れモデルのみとなり、一方、 $\theta = 1$ の場合には、スリップ制御系103の制御モデルは、位相進みモデルのみとなる。

## 【0032】

ところで、前述したように、重み $\theta$ は、スリップ制御系103の制御状態が否安定の場合、即ち、図3(A)に示すように、スロットル開度が増加する場合には、図3(B)に示すように、スロットル開度が増加するに従って変化する。一方、スリップ制御系103の制御状態が安定の場合、即ち、スロットル開度が増加しない場合には、重み $\theta$ は適応機構105で、一定値に同定される。

## 【0033】

そして、モデル( $\theta = 0.1$ )のシミュレーションと試験データ(タービン速度=1781rpm、スリップ速度=50rpm時、スロットル開度6%)との比較結果(図4参照)、及び、モデル( $\theta = 0.7$ )のシミュレーションと試験データ(タービン速度=1781rpm、スリップ速度=50rpm時、スロットル開度13%)との比較結果(図5参照)より、良好に $\theta$ 同定により求められたモデル(点線で示すシミュレーション結果)は、試験データ(実線参照)と比較して良い一致度を示していることがわかる。

## 【0034】

ところで、PWM変調VVVFインバータの制御回路において、第1微分補償

器、第2微分補償器、及び一次遅れ補償器の直列回路を並設して、主回路のダンピング効果を得る装置が提案されている(特開平 1 - 2 5 2 1 0 3 号公報)。この装置では、第2微分補償器及び一次遅れ補償器の係数を直接求める必要があるのに対し、本実施の形態では、位相遅れモデルと位相進みモデルとを合成して求められるスリップ制御系の制御モデルの該2つのモデルの一方のモデルに掛ける重みにより他方のモデルに掛ける重みが特定される点で相違する。よって、本実施の形態では、求めるべきパラメータ数が多い場合に、少ない重み係数を決定するだけでスリップ制御系の制御モデルを同定でき、演算量、プログラムサイズ、メモリなどを増やす必要がない、という顕著な効果を有する。

【0035】

なお、本発明に係る重み同定方法は、上記例に限定されず、図6に示す同定問題に適用することも可能である。すなわち、 $u' \rightarrow y$ の伝達関数が、制御対象の特性変化によらず、常にPOとなる重み $\theta$ を推定する問題である。図6の構成にする利点は、コントローラ201から見た出力 $y$ までの伝達特性が、制御対象の特性変化によらず一定となるため、固定ゲインコントローラにより応答性、ロバスト性向上が可能となる。

【0036】

POフィルタを次のようにおく。

【0037】

【数4】

$$PO: \begin{cases} x[k+1] = A \cdot x[k] + B \cdot u[k] \\ y[k] = C \cdot x[k] + D \cdot u[k] \end{cases}$$

ここで、

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 1 & 0 \\ \alpha_2 & 0 & 1 \\ \alpha_3 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} \quad C = [1 \quad 0 \quad 0] \quad D = [0]$$

$$\text{フィルタ: } yf[k] = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}} u[k]$$

【0038】

$PO = (\text{フィルタ}) \times P$  の関係より、数 3 において、 $y[k]$ 、 $\phi[k]$  を以下のように変更すれば、同様に  $\theta$  を推定することが可能である。

【0 0 3 9】

【数 5】

$$\begin{aligned}
 y[k] = & -1 & & -(a_1 - \alpha_1) \cdot e[k-1] & & -(a_2 - a_1 \alpha_1 - \alpha_2) \cdot e[k-2] \\
 & & & -(-a_2 \alpha_1 - a_1 \alpha_2 - \alpha_3) \cdot e[k-3] & & -(-a_2 \alpha_2 - a_1 \alpha_3) \cdot e[k-4] \\
 & & & -(-a_2 \alpha_3) \cdot e[k-5] & & \\
 & & & + \beta_1 \cdot u[k-1] & & +(\beta_2 + a_1 \beta_1) \cdot u[k-2] \\
 & & & +(\beta_3 + a_1 \beta_2 + a_2 \beta_1) \cdot u[k-3] & & + (a_1 \beta_3 + a_2 \beta_2) \cdot u[k-4] \\
 & & & + a_2 \beta_3 \cdot u[k-5] & & \\
 \phi[k] = & b_0 & & + (b_1 - b_0 \alpha_1) \cdot e[k-1] & & + (b_2 - b_1 \alpha_1 - b_0 \alpha_2) \cdot e[k-2] \\
 & & & + (-b_2 \alpha_1 - b_1 \alpha_2 - b_0 \alpha_3) \cdot e[k-3] & & + (-b_2 \alpha_2 - b_1 \alpha_3) \cdot e[k-4] \\
 & & & + (-b_2 \alpha_3) \cdot e[k-5] & & 
 \end{aligned}$$

【0 0 4 0】

以上説明した実施の形態では、制御系を表す制御モデルを 2 つのモデルで表しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、3 以上のモデルで表すことが可能となる。この場合、例えば、(1) 式における  $A$  は、

$$\begin{aligned}
 A &= \theta_1 A_1 + \theta_2 A_2 + \theta_3 A_3 \\
 &= \theta_1 A_1 + \theta_2 A_2 + (1 - \theta_1 - \theta_2) A_3
 \end{aligned}$$

と表すようにしてもよい。

【0 0 4 1】

【発明の効果】

以上説明したように請求項 1 記載の発明は、複数のモデルの 1 つのモデルに掛ける重みにより、複数のモデルの該 1 つのモデル以外の他の少なくとも 1 つのモデルに掛ける重みが特定されるので、各モデルの重みを同定する必要がなく、演算量を減少することができる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態のブロック図である。

【図 2】

上下限モデル ( $\theta = 0, 1$ ) の伝達特性を示したグラフであり、(A) は、ス

リップ回転速度  $N_{slip}$  のゲイン（振幅）を示し、（B）は、位相を示している。

【図 3】

重み  $\theta$  のオンライン同定結果を示したグラフである。

【図 4】

モデル（ $\theta = 0.1$ ）のシミュレーションと試験データとの比較結果を示したグラフである。

【図 5】

モデル（ $\theta = 0.7$ ）のシミュレーションと試験データとの比較結果を示したグラフである。

【図 6】

変形例にかかるブロック図である。

【符号の説明】

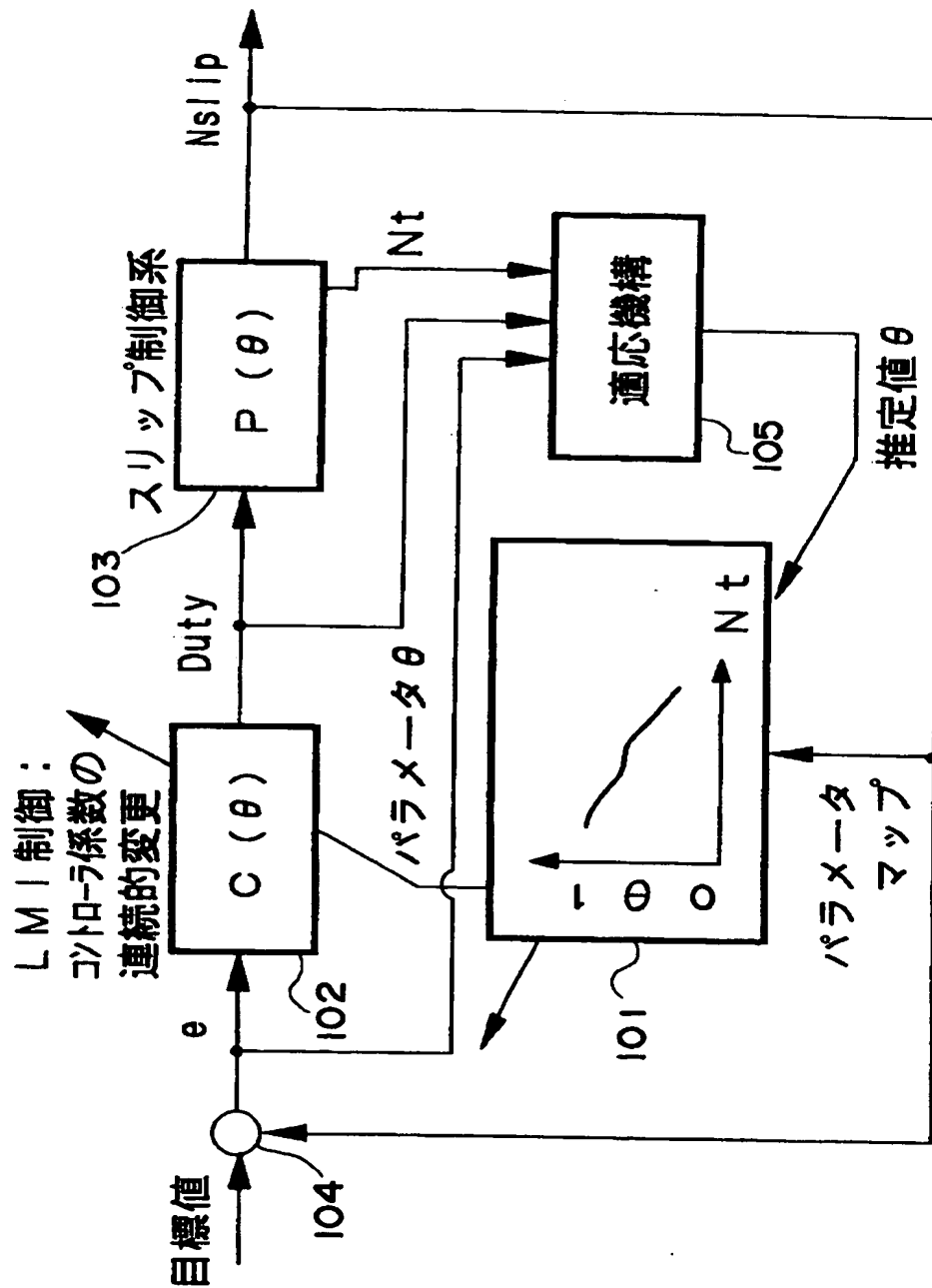
1 0 2	コントローラ
1 0 3	スリップ制御系
1 0 5	適応機構



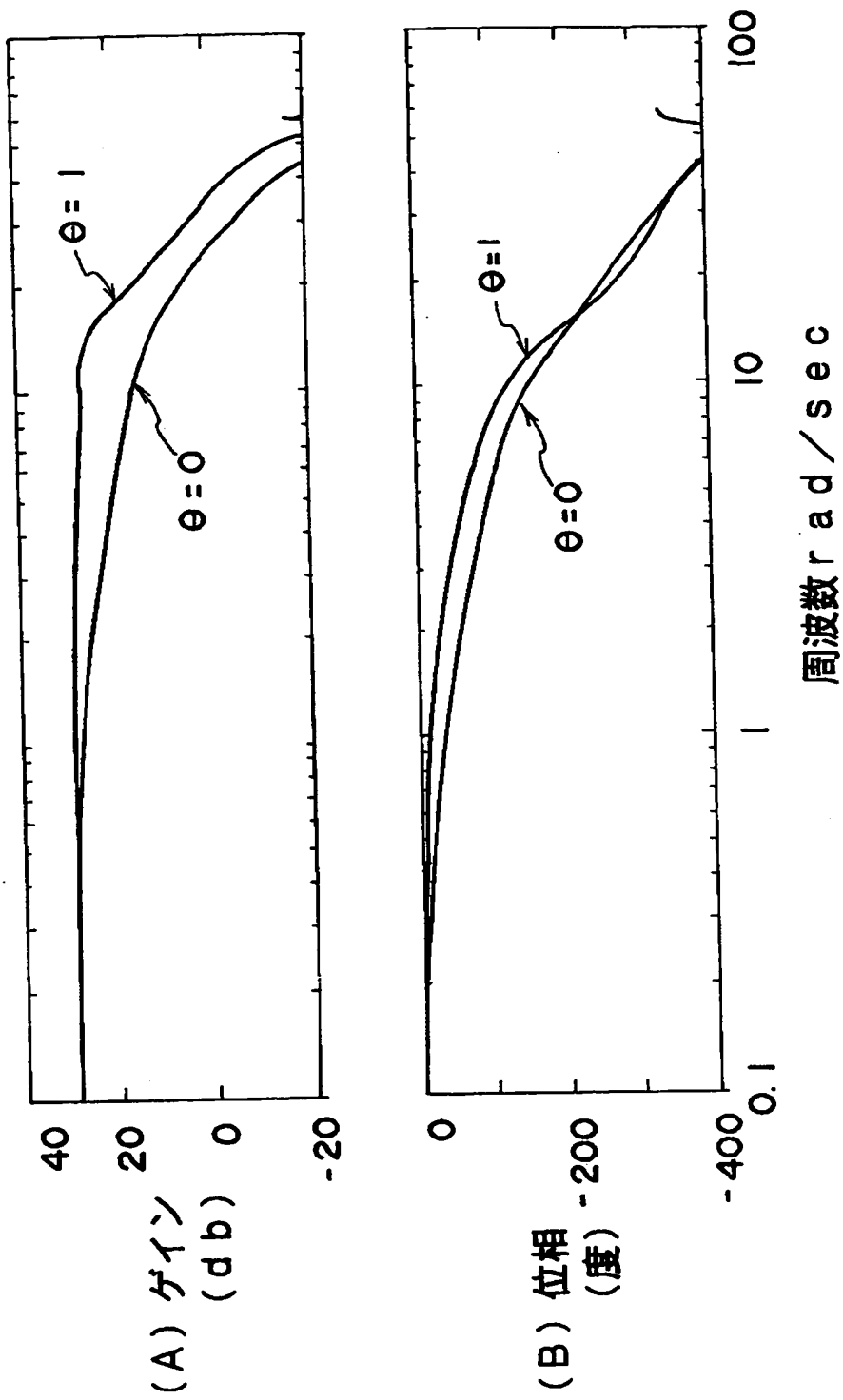
【書類名】

図面

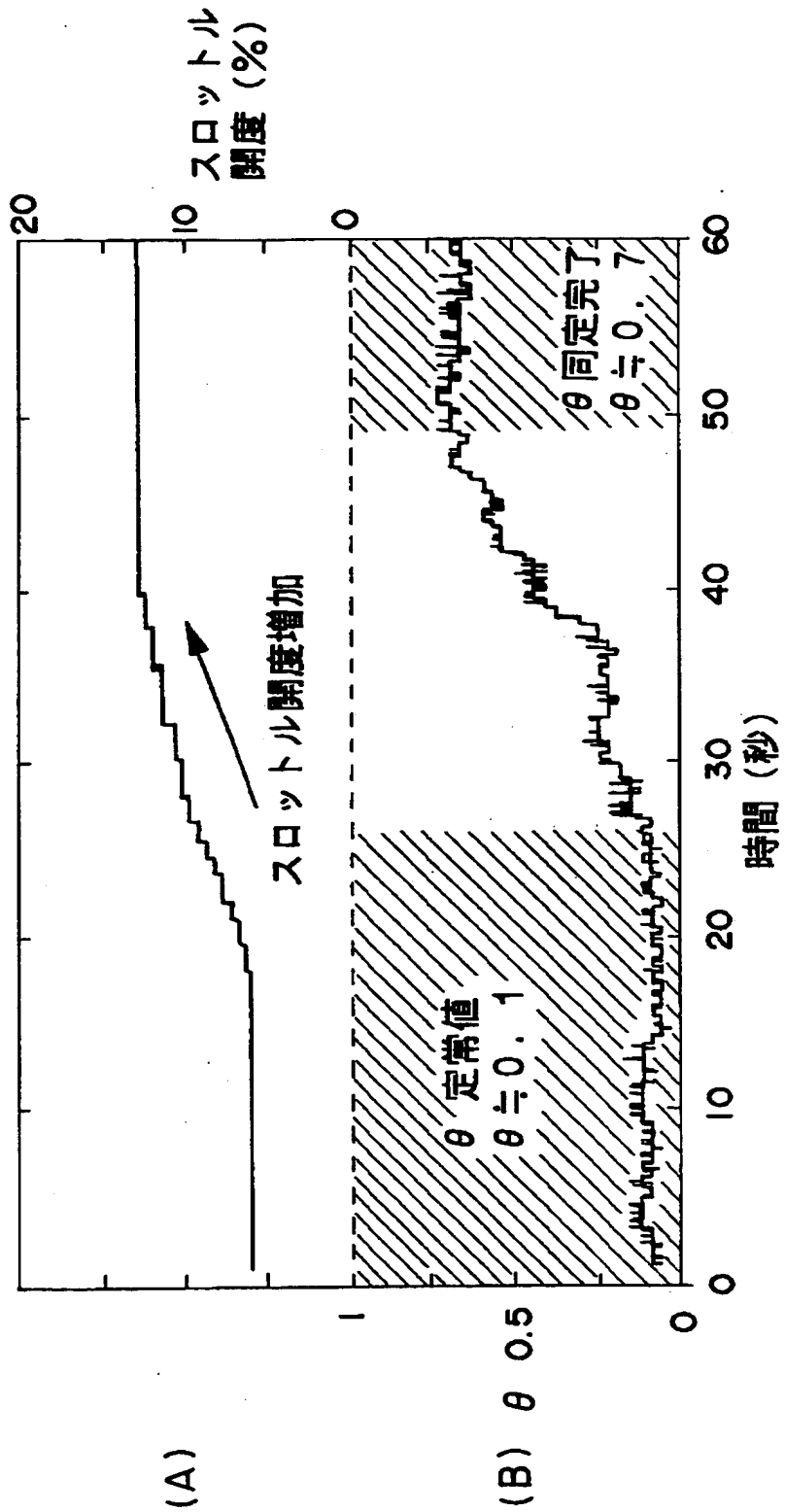
【図 1】



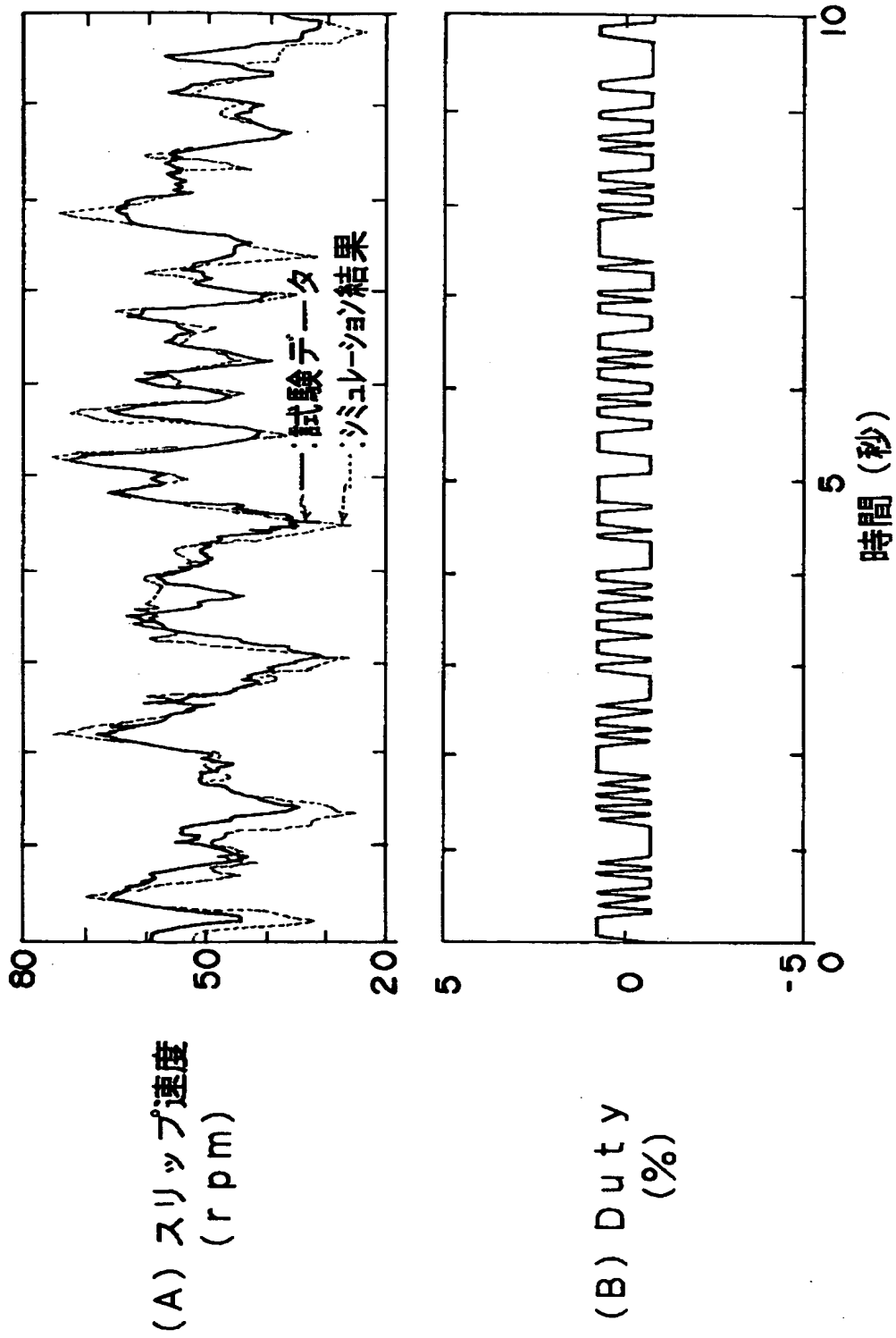
【図2】



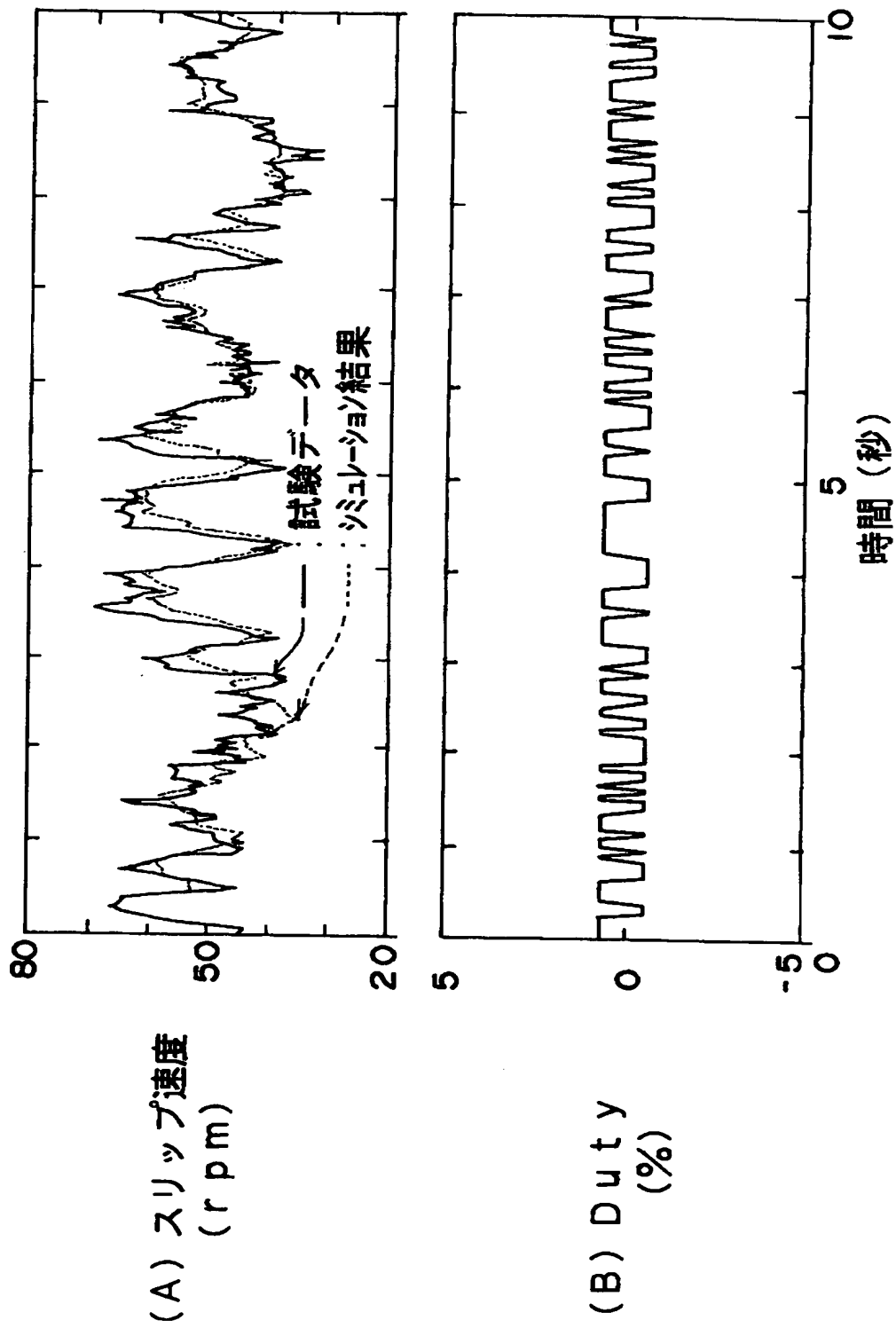
【図 3】



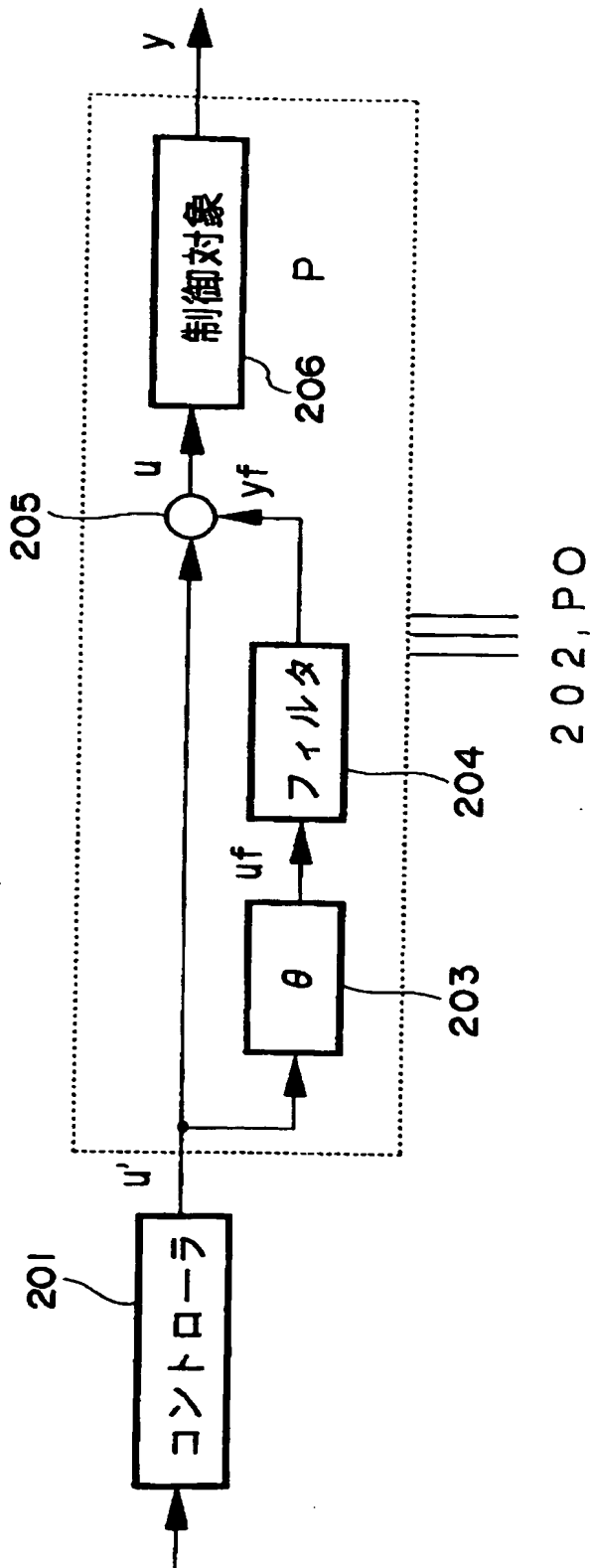
【図 4】



【図5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 制御モデルを構成するパラメータを直接推定することなく、それらを包含するパラメータ群を含むモデルの重みを推定することによって演算量を減少する。

【解決手段】 コントローラ 102 は、スリップ回転速度  $N_{slip}$  と目標回転速度との差  $e$  及びパラメータマップ 101 からの重み  $\theta$  に基づいて、スリップ回転速度  $N_{slip}$  が目標回転速度となるための指令値  $Duty$  をフィードバック制御する。重み  $\theta$  は、スリップ制御系 103 を表す制御モデルを構成するための、各々パラメータ群を含む複数のモデル各々に掛ける重みであり、複数のモデルの 1 つのモデルに掛ける重みにより、複数のモデルの該 1 つのモデル以外の他の少なくとも 1 つのモデルに掛ける重みが特定される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003609]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

氏 名 株式会社豊田中央研究所



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名	トヨタ自動車株式会社